



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: 195 28 376.7  
22 Anmeldetag: 2. 8. 95  
43 Offenlegungstag: 13. 2. 97

DE 195 28 376 A 1

71 Anmelder:

Daßler, Hans-Ulrich, 85764 Oberschleißheim, DE;  
Haas, Rüdiger, 85649 Brunnthal, DE; Lang, Johann,  
84069 Schierling, DE

72 Erfinder:

gleich Anmelder

66 Entgegenhaltungen:

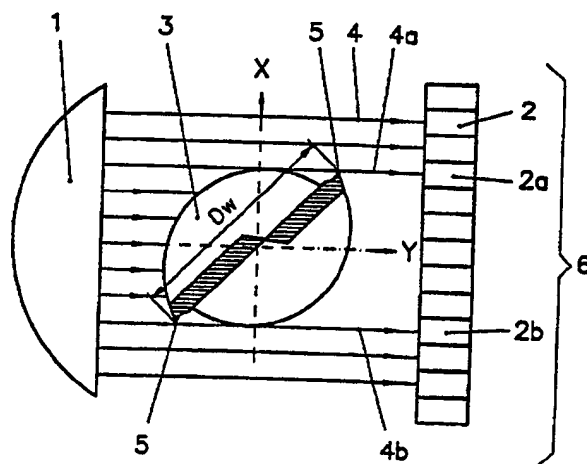
EP 03 05 955 A2

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

64 Verfahren zur berührungslosen Vermessung eines rotierenden Werkzeuges

57 Verfahren zur berührungslosen Vermessung eines rotierenden Werkzeuges.

Das Verfahren verwendet opto-elektronische Meßstrecken, bei denen die Unterbrechung eines Lichtstrahls (4) durch eine Mantellinie eines in die Meßstrecke eingefahrenen Werkzeuges (3) einen Meßpunkt (7) ergibt, von dem durch die zugeordnete Fotodiode (2) ein Meßwert aufgenommen wird. Die Meßwerte werden in einer Auswerteeinheit gemeinsam mit Angaben aus der Steuerung der Werkzeugmaschine zu Abmessungen des Werkzeuges (3) verarbeitet. Bei dem neuen Verfahren ist die Drehzahl des Werkzeuges (3) mit der Abtastfrequenz des Lichtstrahls (4) so abgestimmt, daß sich zur eindeutigen Erkennung der Schneidkanten (5) der Meßpunkt (7) pro Umdrehung des Werkzeuges (3) an dessen Umfang um einen Winkelabschnitt ( $\Delta\omega$ ), vorzugsweise um 1 Grad, verschiebt. Eine Meßreihe umfaßt dann 180 Umdrehungen, wenn zur Vermessung eine Fotodiodenzelle (6) verwendet wird, mit der gleichzeitig zwei diametral gegenüberliegende Meßpunkte (7) am Werkzeug (3) aufgenommen werden. In der Auswerteeinheit ist ein Filter vorgesehen, der lediglich die die Schneidkanten (5) markierenden Größtwerte weiterverarbeitet.



DE 195 28 376 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur berührungslosen Vermessung von Werkzeugen nach dem Oberbegriff des ersten Patentanspruches.

Beim Einsatz moderner Werkzeugmaschinen und Bearbeitungszentren mit automatisierten Produktionsabläufen ist es von großer Bedeutung, die eingesetzten Bearbeitungswerkzeuge im Betriebszustand mit minimalem Zeitaufwand vermessen zu können. Die dabei ermittelten Meßwerte dienen als Grundlage für Werkzeugkorrekturen und den Austausch von Werkzeugen. Auf diese Weise ist eine Qualitätssteigerung und eine Reduzierung der Ausschußquote in der Produktion bei gleichzeitiger Verringerung der Prüfzeiten erreichbar.

Bei der berührungslosen Vermessung von rotations-symmetrischen Werkstücken, wie glatten und abgesetzten Wellen in ihrer ganzen Länge, findet bereits ein opto-elektronisches Verfahren Verwendung, das in "Automatische berührungslose Wellenvermessung, Werkstatttechnik 78, Springer Verlag 1988, Seite 583-587" beschrieben ist. Dabei ist das rotierende Werkstück in eine spezielle Meßvorrichtung eingespannt, in der zwei symmetrisch angeordnete CCD-Kameras mit Zubehöriteilen auf einem Meßschlitten längs der Wellenachse und quer zu ihr bewegt werden können. Eine besondere Streckensteuerung nimmt dabei bei Querschnittsänderungen eine selbsttätige Verstellung der Meßstrecken vor. Als Meßpunkte werden Hell-Dunkel-Übergänge, die beim Heranfahren der Meßstrecken an das Werkstück entstehen, von den Fotodioden der Kameras als Meßwerte gewertet.

Eine rechnergestützte Bildverarbeitung wertet die ermittelten Meßpunkte unter Einbezug der Quer- und Längsmaßstabwerte und des jeweiligen Drehwinkels aus. Alle so erhaltenen Meßwerte werden von einem Zentralrechner in X- und Y-Koordinaten der Welle umgerechnet. Die Ergebnisse können sowohl zur Dokumentation als auch zur Einleitung von Maßnahmen, wie einer Korrektur der Werkzeugeinstellung an der Bearbeitungsmaschine, ausgegeben und genutzt werden.

Das beschriebene Meßsystem eignet sich zur Vermessung der Kontur von rotationssymmetrischen Körpern verschiedener Formgebung. Es benötigt dazu Meßstrecken, die in zwei Achsen verfahrbar sind. Alle Meßdaten werden erfaßt und ohne besondere Bewertung verarbeitet.

Im Zuge des Entwicklungsprojektes ESPRIT EP 6293, High Quality in Milling Technologies of Moulds and Dies, Task 2100 der Europäischen Gemeinschaft, sollen rotierende Werkzeuge, insbesondere Fräser, die in Spindeln von Werkzeugmaschinen eingespannt sind und mit Betriebsdrehzahl rotieren, vermessen werden. Zur Werkzeugvermessung findet dabei ebenfalls eine optoelektronische Meßstrecke Anwendung, bei der als Lichtsender ein Laser und als Empfänger eine Photodiode eingesetzt ist.

Im Gegensatz zur vorab erwähnten Vermessung von rotationssymmetrischen Werkstücken wird bei diesem Projekt nur eine Meßstrecke eingesetzt, die ortsfest in der Werkzeugmaschine angebracht ist. Die Bewegungsachsen der Werkzeugmaschine steuern mit ihren Antrieben das Werkzeug soweit gegen den Laserstrahl, bis dieser von der Kontur des Werkzeugs unterbrochen wird. Die bei einer solchen Unterbrechung erreichte Position wird von den Rechnern der Bewegungsachsen erfaßt und weiterverarbeitet. Dabei werden die einzelnen ermittelten Abmessungen mit zuvor bei den jeweils

erreichten Achspositionen errechneten Sollwerten verglichen. Ein Vergleich mit den Werkzeug-Kennwerten erlaubt es Schlüsse über den weiteren Einsatz des Werkzeugs in der Produktion zu ziehen.

Da bei dem bekannten Meßsystem die zu vermessen- den Werkzeuge nur von einer Seite an die Meßstrecke herangeführt werden, ist zur Bestimmung des jeweiligen Radius des Werkzeugs neben dem von der angesteuerten Fotodiode in den Speicher des Meßsystems eingegebenen Daten die Einbeziehung der Spindelachse über deren Position im zugehörigen Speicher der Werkzeugmaschine erforderlich.

Mit der bekannten Einrichtung ist somit kein direktes Meßwert-Aufnahmeverfahren durchführbar, weil zwischen dem von der Lasermeßstrecke ermittelten Umfangswert und den im Rechner der Werkzeugmaschine gleichzeitig festgestellten Koordinaten der Spindelachse, maschinenbedingte Verformungen wie thermische Einflüsse, Lagerspiele u. a. zu Abweichungen führen können.

Mit dem bekannten Verfahren ist es aber vor allem nicht möglich, die Schneiden des Werkzeugs zu erkennen und zu vermessen. Somit lassen sich auch keine sicheren Aussagen über deren Verschleiß oder über Ausbrüche an denselben machen. Statt dessen werden alle über die gesamte Mantelfläche des Werkzeugs ermittelten Meßdaten erfaßt und weiterverarbeitet. Ebenso wenig können die durch Einspannfehler oder Spindel-Schlagfehler entstehenden exzentrisch verlaufenden Flugbahnen des Werkzeugs, die zu einseitigen Abnutzungen desselben und zu Überschreitungen der Maßtoleranzen am Werkstück führen können, exakt erfaßt werden.

Die Aufgabe der Erfindung wird in der Schaffung eines Verfahrens gesehen, mit dem die Schneidkanten eines jeden Werkzeugs auch bei großen Drehzahlen sicher erkannt und vermessen werden können, und bei dem die den Schneidkanten zugeordneten Meßwerte einer zeitsparenden Auswertung zugeführt werden.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Vermessung mit einer der Betriebsdrehzahl (U) nahekommenden Auswahldrehzahl (Ua), bei der sich der Meßpunkt (7) pro Umdrehung des Werkzeugs (3) an dessen Umfang um einen Winkelabschnitt (A), vorzugsweise um 1 Grad verschiebt, durchgeführt wird, wobei lediglich die als Größtwerte erkannten Meßwerte in der Auswerteeinheit weiterverarbeitet werden.

Die Erfindung beruht auf der Idee, zur Erkennung und Vermessung der Schneidkanten des Werkzeugs, während einer Meßreihe die Drehzahl und die Abtastfrequenz des Lichtsenders der Meßstrecke so aufeinander abzustimmen, daß innerhalb einer Meßreihe während einer bestimmten Anzahl von Umdrehungen von jeder Schneidkante mit Sicherheit wenigstens eine Messung erfolgt. Eine Schneidkante läßt sich dabei als Größtwert der Meßwerte einer Meßreihe erkennen. Zur Erfassung der gesamten Kontur des Werkzeugs sind in festgelegten Abständen mehrere Meßreihen durchzuführen.

Nach dem Erfindungsgedanken ist weiterhin vorgesehen, lediglich die im vorgesehenen Aufnahmeverfahren erkannten Größtwerte in der Auswerteeinrichtung weiter zu verarbeiten. Die Erfindung ermöglicht dabei mit einem vergleichsweise geringem Aufwand an Meßzeit und an Kapazität der beteiligten Rechner und Speicher die Schneidkanten zweifelsfrei zu erkennen und ihren Zustand anhand ihrer Abmessungen zu beurteilen. Ferner gestattet das erfindungsgemäße Verfahren vor Be-

ginn eines Produktionsvorganges das eingespannte Werkzeug im Neuzustand zu identifizieren.

Mit einer sehr vorteilhaften Weiterbildung des Erfindungsgedankens läßt sich das Verfahren mit einer aus der Technik der berührungslosen Werkstückvermessung bekannten, an zwei diametral gegenüberliegenden Mantellinien mit Lichtstrahlen angreifenden Meßstrecke, kombinieren. Auf diese Weise lassen sich in direkter Auswertung der Meßwerte sowohl die Werkzeug-Durchmesser, als auch die Flugkreisbahnen des Werkzeugs bestimmen. Veränderungen in den Abmessungen der Werkzeugmaschine während des Betriebs, z. B. durch Erwärmung oder durch Verspannungen, sind bei diesem Verfahren eliminiert. Auch die durch Spindelschlagfehler oder Werkzeug-Haltefehler entstehenden Flugbahnen lassen sich genau erfassen und so in die Beurteilung des weiteren Einsatzes des Werkzeugs einbeziehen. Die Vermessung der vom Werkzeug bei hohen Drehzahlen beschriebenen Hüllkurven ist für die Einhaltung der Maße an den zu bearbeitenden Werkstücken von großer Bedeutung. Ein weiterer Vorteil des Einsatzes von doppelseitig angreifenden Meßstrecken ist eine Verkürzung der Meßzeit einer jeden Meßreihe.

Einen weiteren Vorteil stellt die werkzeugmaschinen-unabhängige Auswerteeinheit für das erfindungsgemäße Verfahren dar, in der aus den mit doppelseitig am Werkzeug angreifenden Lichtstrahlen erhaltenen Meßwerte die Größtwerte als Maße der Schneidkanten ausgefiltert und bis zu einem die ganze aktive Kontur des Werkzeugs erfassenden Ergebnis verarbeitet werden. Einzelne Daten der Werkzeugmaschine, wie Drehzahlen und Positionswerte der Glasmaßstäbe, werden dabei aus Datenspeichern der Werkzeugmaschine abgerufen.

Der Erfindungsgedanke läßt sich aber auch zur Verbesserung des bekannten, mit nur einem Lichtstrahl arbeitenden Verfahrens zur gezielten Erkennung der Schneidkanten des Werkzeugs erfolgreich einsetzen. So gelingt es dabei, auch die hierbei zum Einsatz kommende, sehr einfache Meßstrecke deutlich zu verbessern und für erweiterte Einsatzfälle geeignet zu machen.

Die Erfindung wird mit Hilfe einiger Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 Meßstrecke mit einstrahligem Sender und einer Fotodiode, mit der das Werkzeug von einer Seite erfaßt wird.

Fig. 2 Meßstrecke mit vielstrahligem Sender und einer Fotodiodenreihe, mit der das Werkzeug beidseitig erfaßt wird.

Fig. 3 Vorderansicht zu Fig. 1 bzw. Fig. 2

Fig. 4 Blickschaltbild der Auswerteeinheit

Fig. 5 Kontur eines Kegelfräasers

Fig. 6 Einsatzbereite Meßstrecke.

Die opto-elektronische Meßstrecke nach Fig. 1 ist ortsfest in der Werkzeugmaschine angebracht und arbeitet mit einem einstrahligen Lichtsender 1, z. B. einem Laser, dessen Lichtstrahl 4 auf die Fotodiode 2 auftrifft. Ein Meßwert wird registriert, wenn das von den Vorschubantrieben der Werkzeugmaschine in Richtung der drei Achsen bewegte Werkzeug 3 den Strahl 4 berührt und ihn dabei unterbricht. Dabei findet auf der Fotodiode 2 ein Hell-Dunkel-Übergang statt, der von der Auswerteeinrichtung aufgenommen und weiterverarbeitet wird. Ein analoger Effekt entsteht auch, wenn der Lichtstrahl 4 zunächst von dem Werkzeug 3 unterbrochen ist und bei der Weiterbewegung in Richtung der X-Achse am Tangierungspunkt die Fotodiode wieder beaufschlägt. Der dabei stattfindende Dunkel-Hell-Übergang

wird ebenfalls als Meßwert festgehalten. Während das Werkzeug 3 durch den Antrieb in Richtung der X-Achse quer zur Meßstrecke bewegt wird, bewirkt der Antrieb der Y-Achse eine Ausrichtung der Werkzeugachse auf die Mitte zwischen Lichtsender 1 und Fotodiode 2 und der Antrieb der Z-Achse ein schrittweises Eintauchen des Werkzeuges 3 in die Meßstrecke (Fig. 3).

Bei der einfachen Meßstrecke nach Fig. 1 ist zur Errechnung einer Abmessung, z. B. eines Werkzeug-Durchmessers, neben dem von der Lichtstrahl-Unterbrechung herrührenden Meßwert auch der Werkzeugmittelpunkt aus den Datenspeichern der Werkzeugmaschine für die X- und Y-Achse mit heranzuziehen. Die so ermittelten Abmessungen beruhen also nicht auf einem direkten Zugriff der Lichtstrahlen zu dem gesamten Querschnitt des zu vermessenden Werkzeuges, sondern aus einer Zusammenführung eines Lichtstrahl-Meßwertes und eines aus den Rechnern der Werkzeugmaschine mit Hilfe der Glasmaßstäbe entnommenen Wertes.

Bei willkürlich festgelegten Werten der Drehzahl U des Werkzeugs und der Abtastfrequenz der Lichtquelle 1 ist nicht sicher, ob jemals eine der Schneidkanten 5 von der Fotodiode 2 erfaßt wird. Die Drehzahlen können Werte bis 20000 1/min. erreichen, was 333 1/sec. entspricht, während Abtastfrequenzen von 2000 1/sec. und mehr vorkommen können. In einem solchen Fall würden während einer Werkzeug-Umdrehung genau sechs Aufnahmen erfolgen, wobei bei jeder Umdrehung immer dieselben sechs Meßpunkte erfaßt würden.

Um die Schneidkanten 5 eines Werkzeuges 3 mit Sicherheit in einer zeitlich begrenzten Meßreihe erfassen zu können, ist die Drehzahl nach dem Erfindungsgedanken bei konstanter Abtastfrequenz so zu ändern, daß der jeweilige Meßpunkt um einen kleinen Winkelabschnitt  $\Delta\alpha$  weiterrückt. In unserem Falle soll den sechs Bildaufnahmen nicht ein Drehwinkel von  $360^\circ$ , sondern von  $361^\circ$  zugeordnet werden, was einer Änderung der Drehzahl auf  $U_a = 19945$  1/min entspricht. Es ist dabei sinnvoll, den zusätzlichen Winkelabschnitt kleiner als die abnutzbare Breite einer Schneidkante 5 zu wählen. Bei einem Drehwinkel von  $361^\circ$  ist bei der Meßstrecke nach Fig. 1 mit Sicherheit jede der Schneidkanten 5 nach einer Meßreihe von 360 Umdrehungen einmal aufgenommen und mit einem Meßwert festgehalten worden.

Der Ablauf der Vermessung eines Werkzeuges 3 mit der Meßstrecke nach Fig. 1 und Fig. 3 beginnt mit einer horizontalen Bewegung derselben in den X- und Y-Achsen, bis eine Position erreicht ist, in der die verlängerte Spindelachse 8 in etwa den Lichtstrahl 4 schneidet. Anschließend wird das Werkzeug 3 mit verhältnismäßig großer Vorschubgeschwindigkeit längs der Z-Achse bis zur ersten Unterbrechung des Lichtstrahls 4 gefahren (Fig. 3). In dieser Einstellung findet die erste Meßreihe mit Hilfe von abwechselnd in beiden Richtungen erfolgenden Positionierbewegungen längs der X-Achse statt. Auf diese Weise finden zur Vermessung des gesamten aktiven Teils des Werkzeuges 3 mehrere Meßreihen in Abständen z längs der Z-Achse statt (Fig. 5). Mit Hilfe der Anwendung der Merkmale des Erfindungsgedankens kann so bei der einfach aufgebauten Meßstrecke nach Fig. 1 eine deutliche Verbesserung durch eine sichere Erkennung der Schneidkanten des Werkzeugs und eine zeitsparende Verarbeitung der lediglich für die Schneidkanten ermittelten Meßwerte erfolgen.

Bei der Meßstrecke nach Fig. 2 sendet der Lichtsender 1 Lichtstrahlen 4 mit einer Strahlenbreite, die das Werkzeug 3 an beiden Seiten des Durchmesser Dw tan-

gential erfassen. Die beiden das Werkzeug 3 dabei berührenden Strahlen 4a und 4b werden von den Scheitelpunkten der vorbeidrehenden Schneidkanten 5 unterbrochen, und bilden dabei einen Hell-Dunkel- oder Dunkel-Hell-Übergang auf den beiden von ihnen beaufschlagten Fotodioden 2a und 2b.

Die zwischen den beiden tangierenden Strahlen 4a und 4b liegenden Lichtstrahlen werden durch den Körper des Werkzeugs 3 völlig abgedunkelt, während die außerhalb liegenden Lichtstrahlen die von ihnen beaufschlagten Dioden 2 der Fotodiodenzeile 6 durchgehend erhellen. Die Hell-Dunkel-Übergänge an den Fotodioden 2a und 2b werden als Meßwerte des Werkzeugs 3 aufgenommen und der weiteren Bearbeitung zugeführt.

Da mit einer Meßstrecke nach Fig. 2 die Konturen des Werkzeugs 3 gleichzeitig an beiden Seiten von der Fotodiodenzeile 6 abgebildet werden und somit betriebsbedingte, z. B. durch Temperaturänderungen hervorgerufene Verformungen der Werkzeugmaschine oder sonstige Störgrößen ohne Einfluß sind, ergeben die von den Fotodioden 2a und 2b aufgenommenen Meßwerte ein direktes Maß für den jeweiligen Durchmesser  $D_w$  des Werkzeugs 3 in der eingestellten Höhe.

Als Meßstrecke läßt sich auch ein CCD-Kamerasystem einsetzen, bei dem die Fotodioden in einer Matrix angeordnet sind. Mit einer solchen Einrichtung werden bei jeder Aufnahme nicht nur je eine Meßpunkt 7 an jeder Seite des Werkzeugs 3, sondern abhängig von der Anzahl der Zeilen eine ganze Reihe von Meßpunkten 7 erfaßt. Der Einsatz einer solchen Matrix im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens ermöglicht somit die Vermessung der aktiven Länge eines Werkzeugs 3 mit einer geringeren Anzahl von Meßreihen ohne Verringerung der Zahl der Meßpunkte 7 in kürzerer Vermessungszeit als bei einer einfachen Fotodiodenreihe.

Bei dieser von der berührungslosen Werkstückvermessung her bekannten Ausbildung der Meßstrecke wird der Durchmesser  $D_w$  direkt ohne zusätzliche Daten aus der Steuerung der Werkzeugmaschine vermessen und weist daher die größtmögliche Genauigkeit auf.

Auch bei der Vermessung mit der Meßstrecke nach Fig. 2 ist eine exakte Erfassung der Schneidkanten mit Hilfe der Auswahl einer korrigierten Drehzahl durchzuführen, mit der der jeweilige Bildaufnahmeort bei jeder Umdrehung um einen kleinen Winkelabschnitt  $\Delta\alpha$  weiterrückt.

Korrigiert man nun die Nenndrehzahl  $U = 20000$  1/min. in  $U_a = 19945$  1/min., so erscheint in diesem Fall jede Schneidkante bereits nach 180 Umdrehungen an einem der beiden Meßorte. Der Einsatz einer Meßstrecke nach Fig. 2, gegenüber einer solchen nach Fig. 1 halbiert demnach die Ablaufzeit einer Meßreihe.

Ganz allgemein muß die Anzahl der Umdrehungen  $n_m$  einer Meßreihe zur Erkennung von Schneidkanten der Beziehung

$n_m = 360 / \Delta\alpha$  für Meßstrecken nach Fig. 1 und

$n_m = 180 / \Delta\alpha$  für Meßstrecken nach Fig. 2

entsprechen.

Der Lichtsender 11 und der mit Fotodioden bestückte Empfänger 12 einer für das erfindungsgemäße Verfahren einsetzbaren Meßstrecke sind nach Fig. 6 zusammen auf einer Montageplatte 13 aufgebaut, die als Einheit in der Werkzeugmaschine so befestigt ist, daß das Werkzeug aus seiner Arbeitsposition mit Hilfe der Antriebe der X- und Y-Achsen zur Vermessung in die Mitte zwischen Sender 11 und Empfänger 12 gefahren werden kann. Der Anbringungsort ist dabei so gewählt, daß die Meßstrecke während der Bearbeitungsfolgen frei

von Verschmutzungen bleibt. Der mögliche Meßbereich 14 für die Vermessung der Werkzeuge ist auf Fig. 6 markiert. In diesem Bereich wird das Werkzeug mit dem Antrieb der Z-Achse auf- und abgeführt. Am Gehäuse des Lichtsenders 11 befinden sich die Zuleitungen für die Energie und die Impulssteuerung des Lichtes. Im Gehäuse des Empfängers 12 sind die Bausteine zur Generierung der Meßwerte untergebracht, die von hier zur Auswerteeinheit weitergeleitet werden.

Die nach dem erfindungsgemäßen Aufnahmeverfahren gewonnenen Daten eines jeden Werkzeugs werden nach einem weiteren Merkmal der Erfindung so aufbereitet, daß im Auswerteverfahren lediglich die den Schneidkanten 5 zuzuordnenden Werte weiterbearbeitet werden, während die anderen Werte nicht weiter verfolgt werden. In einem Filter werden nun die Größtwerte einer jeden Meßreihe ausgewählt und mit den Kenndaten aus dem Werkzeugspeicher der Werkzeugmaschine verglichen. In einem anschließenden Verrechnungsmodul erfolgt daraus die Berechnung eines Werkzeug-Kennwertes.

Der gesamte Ablauf des Auswerteverfahrens für eine Meßstrecke nach Fig. 2 ist aus der Fig. 4 ersichtlich.

Aus dem Werkzeug-Kennwert erfolgt unter Einbeziehung einiger Daten aus den Werkzeugmaschinen-Rechnern, wie der Drehzahl  $U$  und den von den Glasmaßstäben abgelesenen Positionen der drei Achsen der Werkzeugmaschine, die Berechnung der Ergebnisse der vorliegenden Meßreihe und deren Speicherung im Ergebnisspeicher.

Zusammen mit den Ergebnissen weiterer in Abständen  $z$  in Richtung der Z-Achse durchgeführten Meßreihen erhält man nach Fig. 5 die aus den einzelnen Meßpunkten 7 bestehende, vollständig vermessene Kontur des Werkzeugs, die sich aus den Schneidkanten 5 zusammensetzt und die in der Werkzeug-Kontur-Datei abgespeichert wird.

Für eine Meßstrecke nach Fig. 2 ist die Auswerteeinheit eine von der Werkzeugmaschine unabhängige autark arbeitende DV-Einrichtung, die lediglich zum Datenaustausch Zugriff zu einzelnen Dateien der Werkzeugmaschine aufweist.

Für eine Meßstrecke nach Fig. 1 müssen die gefilterten maximalen Meßwerte der Schneidkanten des Werkzeugs in den Computern der einzelnen Achsantriebe der Werkzeugmaschine weiter verarbeitet werden. Die Endergebnisse der Werkzeugvermessung enthalten dann ebenfalls die Abmessungen der Schneidkanten, ihre Genauigkeit ist jedoch geringer, da die während der Vermessung zwischen der Meßstrecke und den Achsen der Werkzeugmaschine auftretenden Abweichungen, z. B. durch thermische Einflüsse unberücksichtigt bleiben.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur berührungslosen Vermessung eines rotierenden Werkzeugs, das unter Verwendung der Antriebe einer Werkzeugmaschine in eine in der Werkzeugmaschine ortsfest angebrachten optoelektronischen Meßstrecke mit wenigstens einer von einem Lichtstrahl mit einer Abtastfrequenz impulsartig beaufschlagten Fotodiode eingefahren wird und im Augenblick der Berührung oder Trennung zwischen dem Lichtstrahl und einer Mantellinie des Werkzeugs als Meßpunkt auf der Fotodiode einen Hell-Dunkel- oder Dunkel-Hell-Übergang hervorruft, der als Meßwert aufgenommen

und in einer Auswerteeinheit mit weiteren in derselben Höhe des Werkzeugs ermittelten, zu einer Meßreihe zusammengefaßten Meßwerten gemeinsam mit Meßwerten anderer Meßreihen verarbeitet wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Vermessung mit einer der Betriebsdrehzahl (U) nahekommenden Auswahldrehzahl ( $U_a$ ), bei der sich der Meßpunkt (7) pro Umdrehung des Werkzeugs (3) an dessen Umfang um einen Winkelabschnitt ( $\Delta\alpha$ ), vorzugsweise um 1 Grad verschiebt, durchgeführt wird, wobei lediglich die als Größtwerte erkannten Meßwerte in der Auswerteeinheit weiterverarbeitet werden.

2. Verfahren zur berührungslosen Vermessung eines rotierenden Werkzeugs nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkelabschnitt ( $\Delta\alpha$ ) die Breite des dem Verschleiß unterliegenden Teils einer Schneidkante (5) nicht überschreitet.

3. Meßstrecke zur Durchführung des Verfahrens nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in der Meßstrecke eine in ihrer gesamten Länge von Lichtstrahlen (4) beaufschlagte Fotodiodenzeile (6) vorgesehen ist, die zwei diametral gegenüberliegende Meßpunkte (7) des Werkzeugs (3) gleichzeitig durch je einen Lichtstrahl (4a, 4b) erfaßt und die beiden Meßwerte aufnimmt.

4. Meßstrecke zur Durchführung des Verfahrens nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine in ihren Gesamtabmessungen von Lichtstrahlen (4) beaufschlagte Matrix von Fotodioden (2), beispielsweise eine CCD-Kamera, vorgesehen ist, die auf sich diametral gegenüberliegenden Seiten des Werkzeugs (3) wenigstens je zwei Meßpunkte (7) gleichzeitig durch Lichtstrahlen (4a, 4b) erfaßt und die dabei entstandenen Meßwerte aufnimmt.

5. Verfahren zur berührungslosen Vermessung eines rotierenden Werkzeugs mit einer Meßstrecke nach Patentanspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß während einer Meßreihe eine einer Verschiebung des Meßpunktes (7) um  $180^\circ$  am Umfang des Werkzeugs entsprechende Anzahl von Umdrehungen erfolgt.

6. Verfahren zur berührungslosen Vermessung eines rotierenden Werkzeugs nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Meßstrecke mit nur einem das Werkzeug (3) in einem Meßpunkt (7) berührenden Lichtstrahl (4) und einer den Meßwert aufnehmenden Fotodiode (2) während einer Meßreihe eine einer Verschiebung des Meßpunktes (7) um  $360^\circ$  am Umfang des Werkzeugs (3) entsprechende Anzahl von Umdrehungen erfolgt.

7. Verfahren zur berührungslosen Vermessung eines rotierenden Werkzeugs nach Patentanspruch 5, gekennzeichnet durch folgende Auswerteschritte:

a) Die aus den Meßwerten ermittelten Größtwerte einer Meßreihe werden mit entsprechenden Daten eines neuwertigen Werkzeugs (3) verglichen und zu einem Werkzeug-Kennwert verrechnet;

b) der Werkzeug-Kennwert wird mit Daten aus dem Drehzahlgeber der Werkzeugmaschine und den von Glasmaßstäben abgelesenen Weginformationen der Achsen der Werkzeugmaschine zu Abmessungen des Werkzeugs (3) und insbesondere zu dessen Schneidkanten (5) umgerechnet und abgespeichert;

c) die aus allen Meßreihen ermittelten Abmessungen werden zur Gesamtkontur des Werkzeugs (3) zusammengefaßt und in einer Ergebnisdatei gespeichert; und

d) in Verbindung mit den jeweiligen Positionen der Spindelachse (8) wird deren absolute Lageabweichung gegenüber der Anfangsposition bei Stillstand sowie der vom Werkzeug (3) infolge Einspann- oder Schlagfehler beschriebene Flugkreis bestimmt und abgespeichert.

8. Verfahren zur berührungslosen Vermessung eines rotierenden Werkzeugs nach Patentanspruch 6, gekennzeichnet durch folgende Auswerteschritte:

a) Die aus den Meßwerten ermittelten Größtwerte einer Meßreihe werden mit den vorhandenen Daten eines neuwertigen Werkzeugs (3) aus dem Werkzeug-Speicher verglichen;

b) die bei den einzelnen Meßwerten erreichten X- und Y-Koordinaten der Spindelachse (8) werden mit zuvor errechneten Sollwerten verglichen; und

c) aus den ermittelten Daten werden die Abmessungen des Werkzeugs (3) insbesondere die der Schneidkanten (5) in Form von Vergleichswerten ermittelt und in einer Ergebnisdatei gespeichert.

9. Auswerteeinrichtung für das Verfahren gemäß Patentanspruch 7, gekennzeichnet durch die folgenden Geräte:

a) Einen Filter zur ausschließlichen Weitergabe der als Größtwerte ermittelten Meßwerte;

b) einen Verrechnungsmodul zur Bestimmung des Werkzeug-Kennwertes aus den gefilterten Größtwerten und aus dem Werkzeug-Magazin der Werkzeugmaschine entnommenen Daten;

c) eine Datei für die aus den Werkzeug-Kennwerten und den Daten des Drehzahlgebers sowie der Glasmaßstäbe errechneten Abmessungen des Werkzeugs (3) und

d) eine Ergebnisdatei für die aus mehreren Meßreihen gebildete Gesamtkontur des Werkzeugs (3) und der Lageabweichungen desselben.

10. Auswerteeinrichtung für das Verfahren nach Patentanspruch 8, gekennzeichnet durch die folgenden Geräte:

a) Einen Filter zur ausschließlichen Weitergabe der als Größtwerte ermittelten Meßwerte;

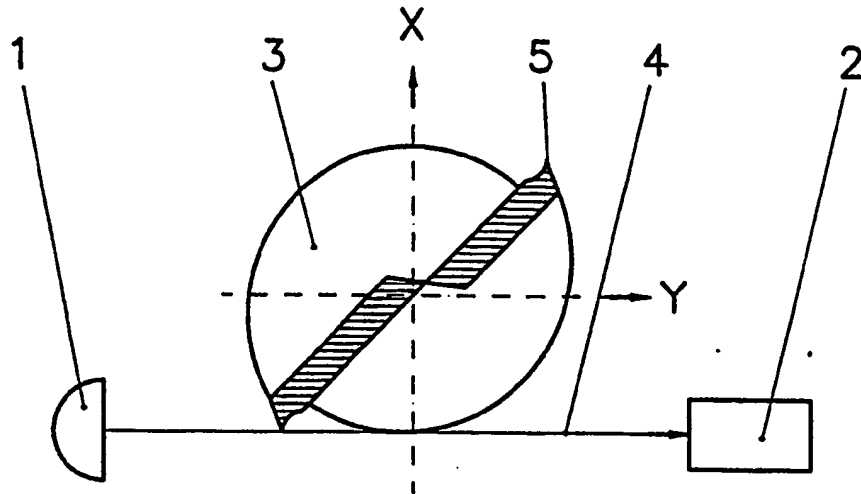
b) die Meßsysteme der X-, Y- und Z-Achsen der Werkzeugmaschine zur Erfassung der Meßwerte;

c) die Steuerung der Werkzeugmaschine zur Verrechnung der Meßergebnisse und zur Ermittlung der Abmessungen des Werkzeugs (3) und

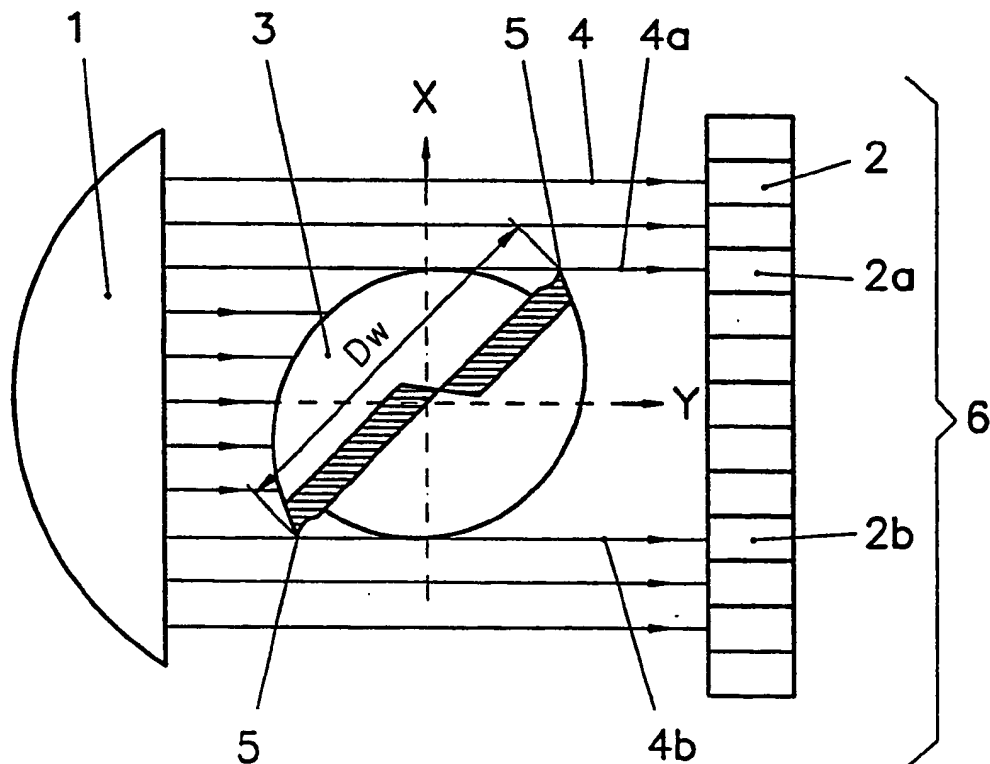
d) eine Ergebnisdatei für die ermittelten Abmessungen des Werkzeugs (3).

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

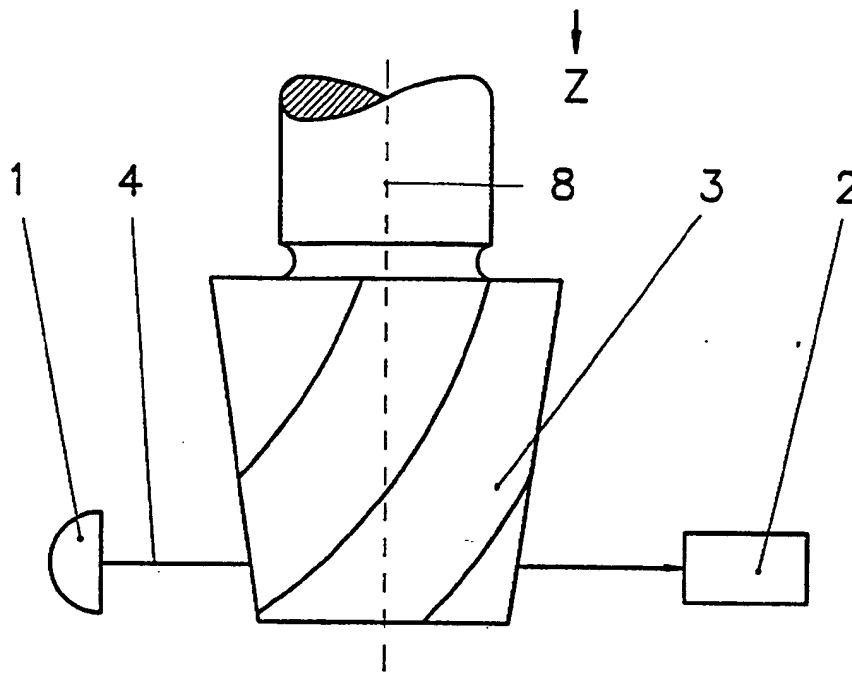
- Leerseite -



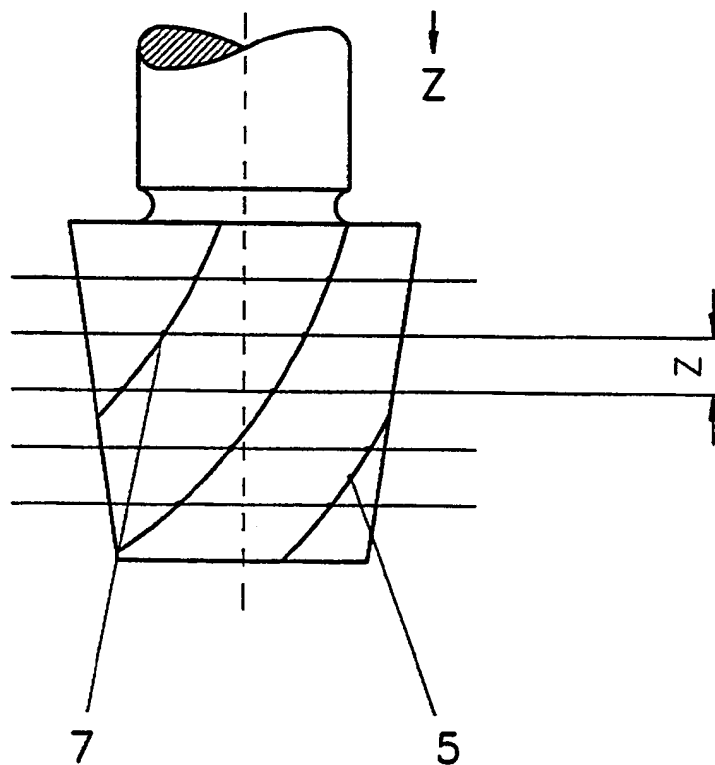
Figur 1



Figur 2

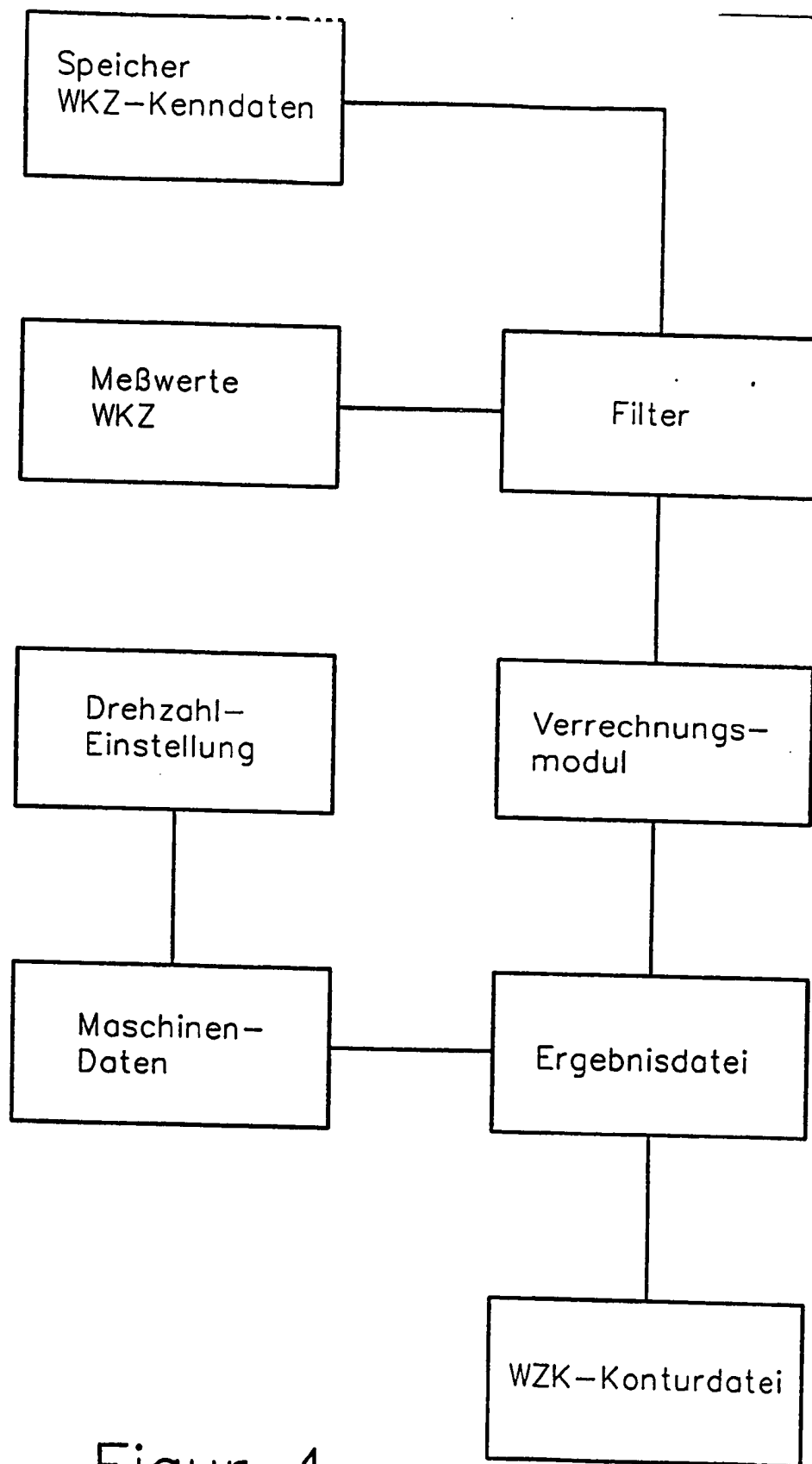


Figur 3

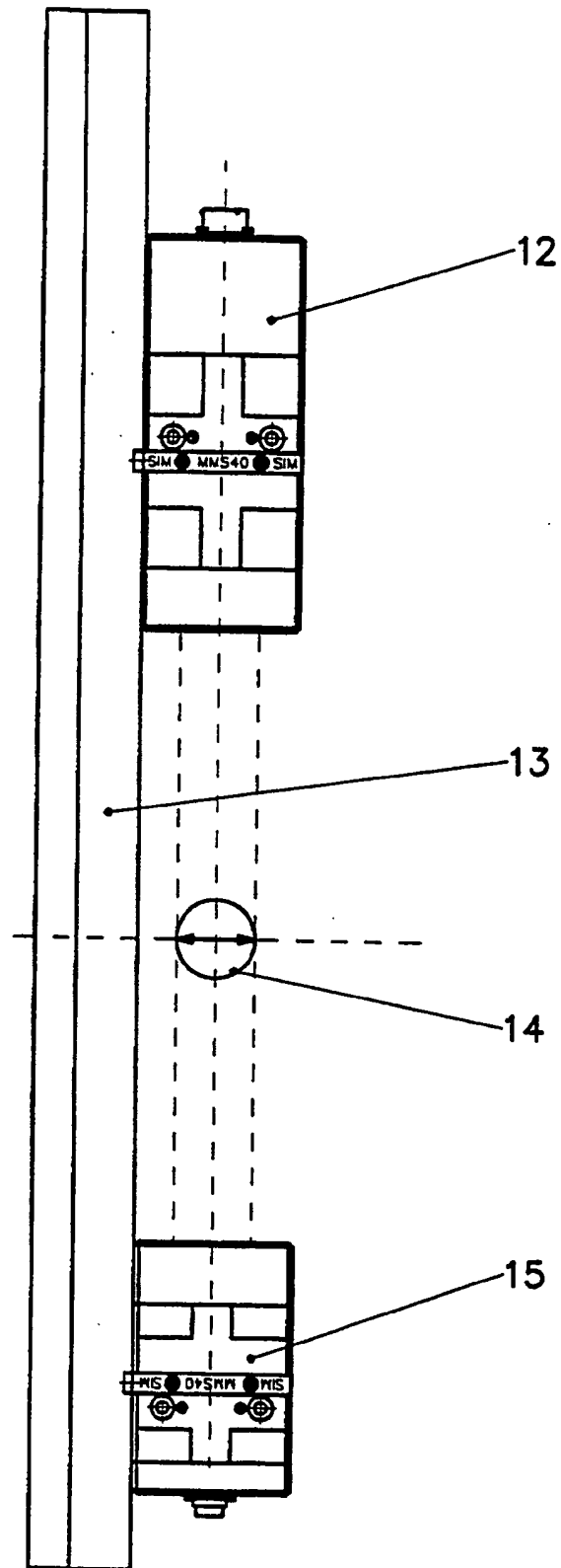


Figur 5






Figur 4



Figur 6

Query/Command : ..li fu

1 / 1 WPIL - ©Thomson Derwent - image

**AN** - 1997-120053 [12]  
**XP** - N1997-098749  
**TI** - No=contact measurement method for rotating tool - using opto-electronic measurement path with photo diode in which machine tool is moved, to determine rotational position of tool  
**DC** - P56 S02 X25  
**PA** - (DASS/) DASSLER H  
(HAAS/) HAAS R  
(LANG/) LANG J  
**IN** - DASSLER H; HAAS R; LANG J  
**NP** - 1  
**NC** - 1  
**PN** -  DE19528376 A1 19970213 DW1997-12 B23Q-017/09 9p \*  
AP: 1995DE-1028376 19950802  
**PR** - 1995DE-1028376 19950802  
**IC** - B23Q-017/09 B23Q-017/24 G01B-011/00  
**AB** - DE19528376 A  
The method involves using an opto-electronic measurement path which is stationary w.r.t. a machine tool. The measurement path includes a photo diode which is irradiated with a light ray with an pulse-shaped sample frequency. A change of the irradiation at the measuring point on the photo diode from bright to dark, or vice versa, is caused by a movement of the coat line of the tool in the measurement path.  
The measurement is supplied to an evaluation unit, where it is processed with further measurements which are summed up to a test series. The measurement is performed in a selected number of revolutions approaching the operational number of revolutions, at which the measuring point is moved at an angle section of pref. 1 deg. , for each rotation of the tool. Only the maximum values of the measurements are further processed in the evaluation unit.  
USE/ADVANTAGE - For automated production line. Enables detection of cutting edges of tool even at large number of rotations, and enables faster evaluation of measurements. (Dwg.2/6)  
**MC** - EPI: S02-A03B S02-A06C X25-A03  
**UP** - 1997-12

Search statement 3

**DE195 28 376 A1 – DASSLER HANS****Description**

The invention concerns a procedure for the contactless measurement of tools after the generic term of the first patent claim.

With the employment of modern machine tools and processing centers also automated produktionsabläufen is it from great importance to be able to measure the assigned working on tools in the operating condition with minimum expenditure of time. The measured values determined thereby serve as basis for werkzeugkorrekturen and the exchange of tools. In this way a quality increase and a reduction of the committee ratio are attainable in production when simultaneous decrease the prüfzeiten.

During the contactless measurement of rotationally symmetric workpieces, like smooth and set off waves in their whole length, a opto already finds electronic procedure use, which is described into "automatic contactless wave measurement, work act technology 78, Springer publishing house 1988, page 583-587". The rotary workpiece is clamped into a special measuring device, in which two symmetrically arranged CCD cameras with accessories on a measuring carriage can be moved along the wellenachse and transverse to it. A special linear path control makes thereby with variations of the effective area a automatic adjustment of the measuring sections. As measuring points light dark transitions, which develop when driving near the measuring sections to the workpiece, are rated of the photodiodes of the cameras as measured values. A computer-aided image processing evaluates the determined measuring points under installation course of the crosswise and longitudinal yardstick values and the respective angle of rotation. All in such a way received measured values are converted by a central computer into x and Y-coordinates of the wave. The results can be spent and used both for documentation and for the introduction by measures, like a correction of the mode at the processing machine.

The described measuring system is suitable for the measurement of the outline of rotationally symmetric bodies of different shaping. It needs for it measuring sections, which are displaceable in two axes. All measuring data are seized and processed without special evaluation.

In the course of the development project ESPRIT EP 6293, High quality in Milling Technologies of Moulds and this, task 2100 of the European community, rotary tools, in particular drills, are to be measured which are clamped by machine tools in spindles and rotate with Betriebsdrehzahl. For tool measurement thereby an opto-electronic measuring section application finds likewise, with which as light emitters a laser is used and as receiver a photodiode.

In contrast to the measurement of rotationally symmetric workpieces, mentioned first, with this project only one measuring section is used, which is stationarily in the machine tool appropriate. The movement axes of the machine tool steer the tool with its drives so far against the laser beam, until this by the outline of the tool is interrupted. With such interruption reached position by the computers of the movement axes one seizes and one processes. The individual determined dimensions are compared also before with the oh positions calculated desired values reached in each case. A comparison with the tool characteristic data makes it possible to pull conclusions over the further employment of the tool in production.

Since with the well-known measuring system the tools which can be measured are advanced only by a side to the measuring section, the inclusion of the spindle axle over their position is necessary in the associated memory of the machine tool for the determination of the respective radius of the tool beside data entered by the headed for photodiode into the memory of the measuring system.

With the well-known mechanism thus no direct measured value photograph procedure is feasible, because between the extent value determined by the laser measuring section and the coordinates of the spindle axle, machine-conditioned deformations can lead as thermal influences, determined at the same time in the computer of the machine tool, axial plays among other things to deviations.

With the well-known procedure it is above all not possible however to recognize and measure the cuts of the tool. Thus also no safe statements about their wear or about outbreaks at the same can be made. Instead all are seized and processed over the entire lateral surface of the tool determined measuring data. Just as little the eccentrically running flight paths of the tool, which can lead to one-sided wear of the same and to excesses of the dimensional tolerances at the workpiece, resulting from clamping errors or spindle impact errors, can be seized accurately.

Will in the creation of a procedure seen, with which the cutting edges of each tool also at large numbers of revolutions surely recognized the task of the invention and will measure can, and with which those are supplied the cutting edges assigned of measured values of a time-saving evaluation.

The task is accomplished thereby solved that the measurement with one shifts the operating speed (U) approximating selection number of revolutions (Ua), b that the measuring point (7) per revolution of the tool (3) at its extent a angle section (A), preferably by 1 degree, whereby the measured values in the evaluation unit, recognized as groesstwerte, are only processed.

The invention is based on the idea, for the recognition and measurement of the cutting edges of the tool to co-ordinate during a series of measurements the number of revolutions and the sampling rate of the light emitter of the measuring section so that within a series of measurements during a certain number of revolutions of each cutting edge with security at least a measurement takes place. A cutting edge shows itself thereby as groesstwert measuring who a series of measurements. For the collection of the entire outline of the tool several series of measurements are to be accomplished in fixed distances.

After the erfundungs-gedanken is further intended to only process the groesstwerte in the evaluation mechanism, recognized in the intended photograph procedure, further. The invention makes possible to recognize thereby at a comparatively small expenditure of gate time and of capacity of the computers and memory involved the cutting edges free of doubts and to judge their condition on the basis their dimensions. Furthermore the procedure according to invention before beginning of a production procedure permits to identify the clamped tool when new. With a very favourable further training of the invention thought the procedure with the workpiece measurement contactless from the technology leaves itself admitted, at two diametrically facing mantellinien with rays of light attacking measuring section, to combine. In this way the tool diameters, and the flight circular paths of the tool can be determined in direct evaluation of the measured values both. Changes in the dimensions of the machine tool during the enterprise, e.g. by heating up or by spannings, eliminated with this procedure. Also the flight paths resulting from spindle impact errors or tool retaining errors can be exactly seized and like that into the evaluation of the further employment of the tool include-including those measurement of the envelopes described by the tool at high numbers of revolutions are for the adherence to the mass at the workpieces of great importance, which can be worked on.

A further advantage of the use of on both sides attacking measuring sections is a verkuerzung of the gate time of each series of measurements. The machine tool-independent evaluation unit for the procedure according to invention represents a further advantage, in which from with on both sides rays of light attacking at the tool received measured values the groesstwerte are processed as mass of the cutting edges filtered and up to the whole active outline of the tool seizing result. Individual data of the machine tool, like numbers of revolutions and values of item of the glasmassstaebe, are called up thereby from data memories of the machine tool.

The erfundungs-gedanke can successfully be begun in addition, for the improvement of the well-known, with to only one ray of light of working procedure for the purposeful recognition of the cutting edges of the tool. Thus with, also to the employment coming the here succeeds to improve and making for extended cases of application very simple measuring section suitable clearly.

The invention is more near described with the help of some figures.

Show:

Fig. 1 measuring section with single-jet transmitter and a photodiode, with which the tool is seized by a side.

Fig. 2 measuring section with vielstrahligem transmitter and a photodiode row, with which the tool is reciprocally seized.

Fig. 3 front view to Fig. 1 and/or Fig. 2

Fig. 4 view diagram of the evaluation unit

Fig. 5 outline of a cone countersink

Fig. 6 operational measuring section.

The opto-electronic measuring section after Fig. 1 is stationarily in the machine tool attached and works with a single-jet light emitter 1, e.g. a laser, whose ray of light 4 the photodiode 2 hits. A measured value is registered, if from the feed drives of the machine tool toward the three axles moved tools 3 affects the jet 4 and interrupts it thereby. A light dark transition takes place on the photodiode 2, which is taken up and processed by the evaluation mechanism. A similar effect develops also, if the ray of light 4 first by the tool 3 is interrupted and subjects with moving on toward the x axis at the point of concerning the photodiode again. The dark light transition taking place at it will is likewise moved as measured value hold during the tool 3 by the drive toward the x axis transverse to the measuring section, causes the drive of the y axis an adjustment of the tool axle on the center between light emitter 1 and photodiode 2 and the drive of the Z-axis gradual immersing of the tool 3 into the measuring section (Fig. 3).

With the simple measuring section after Fig. 1 is for the calculation of a dimension, e.g. a tool diameter to consult apart from the measured value which is due to the light-beam interruption also the tool center from the data memories of the machine tool for the x and y axis with. The in such a way determined dimensions are based thus not on a direct access of the rays of light to the entire cross section of the tool which can be measured, but from a unification of a light-beam measured value and a value taken out of the computers of the machine tool with the help of the glasmassstaebe.

At arbitrarily specified values it is not safe of the number of revolutions U of the tool and the sampling rate of the source of light 1 whether one of the cutting edges 5 by the photodiode 2 is ever seized. The numbers of revolutions can reach values to 20000 1/min., what corresponds to 333 1/sec., while sampling rates of 2000 can seem to 1/sec. and more. In such a case during a tool revolution exactly six photographs would take place, whereby with each revolution the same six measuring points were always seized.

In order to be able to seize the cutting edges 5 of a tool 3 with security in a temporally limited series of measurements, the number of revolutions is to be changed after the erfindungsgedanken with constant sampling rate in such a way that the respective measuring point moves around a small angle section DELTA PROPORTIONAL. In our case not an angle of rotation is to be assigned to the six picture recordings by 360 DEG, but by 361 DEG, which corresponds to a change of the number of revolutions on  $U_a = 19945 \text{ 1/min.}$  It is meaningful to select the additional angle section smaller than the wear outable width of a cutting edge 5. With an angle of rotation from 361 DEG is with the measuring section after Fig. 1 with security everyone of the cutting edges 5 after a series of measurements taken up by 360 revolutions once and held with a measured value.

The expiration of the measurement of a tool 3 with the measuring section after Fig. 1 and Fig. 3 begins with a horizontal movement the same in the x and y axes, until a position is reached, in which the extended spindle axle 8 into for instance the ray of light 4 cuts. Subsequently, the tool 3 with relatively large feed speed is driven along the Z-axis up to the first interruption of the ray of light 4 (Fig. 3). In this attitude the first series of measurements takes place by alternating positioning movements taking place in both directions along the x axis. In this way several series of measurements in distances z find along the Z-axis instead of for the measurement of the entire active part of the tool 3 (Fig. 5). With the help of the application of the characteristics of the invention thought can so with the simply developed measuring section after Fig. 1 a clear improvement by a safe recognition of the cutting edges of the tool and a time-saving processing of the measured values only determined for the cutting edges takes place. With the measuring section after Fig. the light emitter 1 rays of light 4 with jet width, which seize the tool 3 at both sides diameters of the  $D_w$  tangential, sends 2. The two the tool 3 jets 4a and 4b affecting thereby are interrupted by the apexes of the by-turning cutting edges 5, and form thereby a light dark or a dark light transition on the two of them subject photodiodes 2a and 2b.

The rays of light lying between the two concerning jets 4a and 4b are completely darkened by the body of the tool 3, while outside of lying rays of light the diodes subjected to them illuminate 2 of the photodiode line 6 continuous. The light dark transitions at the photodiodes 2a and 2b are taken up as measured values of the tool 3 and supplied to the further treatment. There with a measuring section after Fig. 2 the outlines of the tool 3 at both sides by the photodiode line 6 to be illustrated at the same time and thus operatingconditioned, e.g. deformations of the machine tool caused by changes of temperature or other variable disturbances without influence is, results in the measured values taken up by the photodiodes 2a and 2b a direct measure for the respective diameter  $D_w$  of the tool 3 in the adjusted height.

As measuring section also a CCD Kamerasystem can be begun, with which the photodiodes are arranged in a matrix. With such a mechanism with each admission not only ever a measuring point 7 at each side of the tool 3, but dependent on the number of lines a whole set of measuring points 7 are seized. The employment of such a matrix in the context of the procedure according to invention makes thus the measurement for the active length possible of a tool 3 with a smaller number of series of measurements without decrease of the number of the measuring points 7 in shorter measurement time than with a simple photodiode row.

With this from the contactless workpiece measurement the diameter  $D_w$  admitted training of the measuring section directly without additional data from the controlling of the machine tool will measure and exhibit therefore the greatest possible accuracy. Also during the measurement with the measuring section after Fig. 2 an accurate collection of the cutting edges is to be accomplished with the help of the selection of a corrected number of revolutions, with which the respective picture recording place moves with each revolution around a small angle section DELTA PROPORTIONAL.

Corrects one now the rated speed  $U = 20000 \text{ 1/min.}$  in  $U_a = 19945 \text{ 1/min.}$  already, then each cutting edge appears after 180 revolutions at one of the two measuring points in this case. The employment of a measuring section after Fig. 2, opposite such after Fig. 1 therefore halves the run time of a series of measurements.

Completely generally the number of revolutions  $N_m$  of a series of measurements must for the recognition of cutting edges of the relationship

$N_m = 360/\text{DELTA PROPORTIONAL}$  for measuring sections after Fig. 1 and

$N_m = 180/\text{DELTA PROPORTIONAL}$  for measuring sections after Fig. 2 corresponds.

The light emitter 11 and the receiver 12 according to invention of a measuring section applicable equipped with photodiodes for the procedure are after Fig. 6 together on a mounting plate 13 developed, which is so fastened as unit in the machine tool that the tool from its working position can be driven with the help of the drives of the x and y axes for measurement into the center between transmitter 11 and receiver 12. The attachment place is selected in such a way with the fact that the measuring section remains free during the processing sequences by contamination. The possible measuring range 14 for the measurement of the tools is on Fig. 6 marks. Within this range the tool with the drive of the Z-axis is exhausted and. At the housing of the light emitter 11 the inlets for the energy and the impulse control of the Lichtes.Im housing of the receiver 12 are accommodated the components for the generation of the measured values, which are passed on from here to the evaluation unit.

According to invention the data of each tool won in the photograph procedure are prepared in such a way after a further characteristic of the invention that in the evaluation procedure those are only further processed

the cutting edges of 5 values which can be assigned, while the other values are not continued to pursue. In a filter now the groesstwerte of each series of measurements are selected and compared with the characteristic data from the tool storage of the machine tool. In a following accounting module from it the computation of a tool characteristic value comes.

The entire operational sequence of the evaluation procedure for a measuring section after Fig. 2 is from the Fig. 4 evidently.

From the tool characteristic value the computation of the results of the available series of measurements and their storage comes in the result memory including some data from the machine tool computers, like the number of revolutions U and the positions of the three axes of the machine tool read off from the glasmasstaeben. Together with the results of further in distances z toward accomplished series of measurements one receives to the Z-axis after Fig. the existing, completely measured 5 from the individual measuring points 7 outline of the tool, which consists of the cutting edges 5 and which is stored in the tool outline file.

For a measuring section after Fig. 2 is the evaluation unit a selfly-sufficient working data processing mechanism independent of the machine tool, which exhibits access only to data exchange to individual files of the machine tool.

For a measuring section after Fig. 1 the filtered maximum measured values of the cutting edges of the tool in the computers of the individual final drives of the machine tool must be further processed. The final results of the tool measurement contained then the dimensions de Schneidkanten, its accuracy is likewise however smaller, there during the measurement the deviations arising between the measuring section and the axes of the machine tool, e.g. by thermal influences remain unconsidered.

## CLAIMS

1. Procedure for the contactless measurement of of a rotary tool, which is brought in using the drives of a machine tool into an opto-electronic attached stationarily in the machine tool measuring section with at least subjected a photodiode an impulse-like to a ray of light with a sampling rate and at the moment the contact or separation between the ray of light and a mantellinie of the tool as measuring point on the photodiode a light dark or a dark light transition causes, which determined as measured value taken up and in an evaluation unit with further to the same height of the tool, to a series of measurements summarized measured values together with measured values of other series of measurements is converted, by the fact marked that the measurement with one the operating speed (U) approximating selection number of revolutions (Ua), with that itself the measuring point (7) per revolution the tool, preferably around 1 degree shifts, is accomplished (3) at its extent around a angle section (DELTA PROPORTIONAL), whereby the measured values in the evaluation unit, recognized as groesstwerte, are only processed.
2. Procedure for the contactless measurement of a rotary tool after patent claim 1, by the fact characterized that the angle section (DELTA PROPORTIONAL) does not exceed the width the wear of underlying part of a cutting edge (5).
3. Messsstrecke for the execution of the procedure after patent claim 1 or 2, by it characterized that in the measuring section one is intended in its entire length photodiode line (6) subjected to rays of light (4), the two diametrically facing measuring points (7) of the tool (3) by one ray of light each (4a, 4b) seizes at the same time and the two measured values takes up.
4. Measuring section for the execution of the procedure after patent claim 1 or 2, by the fact characterized that one is intended in its total dimensions matrix subjected to rays of light (4) by photodiodes (2), for example a CCD camera, which seizes at least ever two measuring points (7) at the same time on diametrically facing sides of the tool (3) by rays of light (4a, 4b) and takes up the measured values developed thereby.
5. Verfahren for the contactless measurement of a rotary tool by a measuring section after patent claim 3 or 4, by the fact marked that during a series of measurements one takes place a shift of the measuring point (7) around 180 DEG at the extent of the tool appropriate number from revolutions.
6. Procedure for the contactless measurement of a rotary tool after patent claim 1 or 2, by the fact characterized that with a measuring section with only the tool (3) ray of light (4) affecting in a measuring point (7) and the measured value taking up photodiode (2) while a series of measurements one a shift of the measuring point (7) around 360 DEG at the extent of the tool (3) appropriate number from revolutions takes place.
7. Verfahren for the contactless measurement of a rotary tool after patent claim 5, characterized by the following evaluation steps:
  - a) The groesstwerte of a series of measurements determined from the measured values are compared with appropriate data of a new tool (3) and charged to a tool characteristic value;
  - b) the tool characteristic value is converted in particular and stored with data from the tachogenerator of the machine tool and the weginformationen of the axes of the machine tool read off from glasmasstaeben to dimensions of the tool (3) and to its cutting edges (5);

- c) out all series of measurements the determined dimensions into the total outline of the tool (3) are combined and in a result file stored; and
- d) in connection with the respective positions of the spindle axle (8) their absolute position deviation in relation to the starting position with stop as well as the flight circle described by the tool (3) due to clamping or impact errors is determined and stored.

8. Procedure for the contactless measurement of a rotary tool after patent claim 6, characterized by the following evaluation steps:

- a) The groesstwerte of a series of measurements determined from the measured values are compared with the existing data of a new tool (3) from the tool storage;
- b) the x and Y-coordinates of the spindle axle (8) reached with the individual measured values are compared desired values calculated also before; and
- c) from the determined data the dimensions of the tool (3) are determined in particular those of the cutting edges (5) in the form of reference values and stored in a result file.

9. Auswerteinrichtung for the procedure in accordance with patent claim 7, characterized by the following devices:

- a) A filter for the exclusive passing on of the measured values determined as groesstwerte;
- b) an accounting module for the determination of the tool characteristic value from the filtered groesstwerten and from the tool shop of the machine tool taken data;
- c) a file for from the tool characteristic values and the data of the tachogenerator as well as the glasmasstaebe calculated dimensions of the tool (3) and
- d) a result file for the total outline of the tool (3) and the position deviations of the same formed from several series of measurements.

10 Evaluation mechanism for the procedure after patent claim 8, characterized by the following devices:

- a) A filter for the exclusive passing on of the measured values determined as groesstwerte;
- b) the measuring systems of the x, y and Z-axes of the machine tool for the collection of the measured values;
- c) the controlling of the machine tool for the accounting of the results of measurement and for the determination of the dimensions of the tool (3) and
- d) a result file for the determined dimensions of the tool (3).